УДК 614.8 https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-2-30-36

Разработка параметрических критериев оценки повреждения воздушных судов при столкновении с птицами

Ю. В. Есипов, Е. А. Бочкова, А. Ю. Медведев

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. С учетом актуальности авиационных инцидентов вследствие ударов (столкновений) с птицами в зоне полетов воздушного судна (ВС) и апостериорного анализа этих событий в работе рассмотрены и апробированы параметрические модели и критерии реализации происшествий.
Постановка задачи. На основе известной нечеткой параметрической модели «нагрузка p — несущая способность σ» ставится задача о нахождении возможностной (нечеткой) меры повреждения воздушного судна и (или) летчика при столкновении с птицами при варьировании массы и скорости птицы, а также площади и длительности контакта при ударе. Результаты её решения направлены на обоснование орнитологической безопасности полетов путем разработки упреждающих действий по отпугиванию и обходу зон скопления птиц как при взлете и посадке, так и на маршруте следования судна.
Теоретическая часть. Для описания и оценивания таких событий (исходов) как повреждение, разрушение, падение воздушного судна был применен известный в механике критерий превышения нагрузки над несущей способностью. При этом параметры нагрузки и несущей способности описаны как нечеткие величины, что позволило найти значения возможностной меры (как субъективной вероятности) реализации исходов в условиях даже недостаточной статистики. Параметр нагрузки представлен в виде амплитуды импульса давления при ударе и столкновении птицы с воздушным судном как функция от расчета при варьировании массы птицы, скорости взаимного сближения птицы и судна, длительности удара и площади контакта птицы с судном: $p=mv/(\Delta t{\cdot}\zeta)$ (научный результат 1). На основании полученных данных о значениях ядер и нечетких интервалов несущей способности, а также данных о значениях ядер и нечетких интервалов амплитуды давления в ударе, был проведен расчет возможностной меры каждого из исходов происшествия (научный результат 2).
Выводы. При ударе птицы массой не менее 1-го кг и при взаимной скорости не менее 50 м/с разрушение фюзеляжа произойдет с возможностной мерой 1,0, а при воздействии осколков фюзеляжа на летчика возможно падение судна. С помощью полученных научных результатов достижимо унифицированное и достоверное страховое обоснование орнитологического риска полетов.

Ключевые слова: повреждение, столкновение, происшествие, безопасность полетов, воздушное судно.

Для цитирования: Есипов, Ю. В. Разработка параметрических критериев оценки повреждения воздушных судов при столкновении с птицами / Ю. В. Есипов, Е. А. Бочкова, А. Ю. Медведев // Безопасность техногенных и природных систем. — 2020. — № 2 — С. 30‒36. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-2-30-36

Development of parametric criteria for assessing aircraft damage in a collision with birds

Yu. V. Esipov, E. A. Bochkova, A. Yu. Medvedev

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. Taking into account the relevance of aviation incidents that occur as a result of strikes (collisions) with birds entering the flight zone of an aircraft (AV) and a posteriori analysis of these events, the article considers and tests parametric models and criteria for the implementation of accidents.
Problem Statement. Based on the well-known fuzzy parametric model "load p – carrying capacity σ", the problem of finding a possible (fuzzy) measure of damage to the aircraft and (or) the pilot in a collision with birds with varying mass and speed of the bird, as well as the area and duration of contact on impact is posed. The results of its solution are aimed at justifying the ornithological safety of flights by developing proactive actions to scare away and avoid areas of bird congestion both during takeoff and landing, and on the route of the vessel.
Theoretical Part. To describe and evaluate the following events (outcomes): 1) damage; 2) destruction; 3) fall of the aircraft, the well-known mechanical criterion of exceeding the load over the load-bearing capacity was applied. At the same time, the parameters of the load p and the carrying capacity σ were described as fuzzy values, which allowed us to

find the values of the probability measure (as a subjective probability) of the implementation of outcomes in conditions of even insufficient statistics. The load parameter is represented as amplitude pressure pulse during impact and the collision of birds with an aircraft as a function of calculating the variation of the mass of birds, speed of mutual rapprochement of the bird and the ship, the duration of the impact and the area of contact of the bird with the vessel: $p=mv/(\Delta t\cdot\zeta)$ (scientific results 1). Based on the data obtained on the values of cores and fuzzy intervals of load capacity, as well as data on the values of cores and fuzzy intervals of the pressure amplitude in the impact, a possible measure of each of the accident outcomes was calculated (scientific result 2).
Conclusion. When a bird strikes with a mass of at least 1 kg and at a mutual speed equal to or greater than 50 m/s, the destruction of the fuselage will occur with a probability measure of 1.0, and when the pilot is exposed to the fuselage fragments, it may hurt him and the ship may fall. With the help of the obtained scientific results, a unified and reliable insurance basis for the ornithological flight risk is achievable.

Keywords: demage, collision, accident, safety of flights, aircraft.

For citation: Esipov U. V., Bochkova E. A., Medvedev A. U. Development of parametric criteria for assessing aircraft damage in a collision with birds: Safety of Technogenic and Natural Systems. 2020;2: 30−36. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-2-30-36

Введение. С учетом актуальности и общественного резонанса авиационных инцидентов [1, 2], которые часто наступают вследствие ударов (столкновений) с птицами (в англ. версии «bird strikes»), в зоне полетов воздушного судна (ВС) [3], апостериорного анализа этих событий [2, 4, 5], а также с учетом формирования исследований по орнитологической безопасности [5, 6] в статье рассмотрены и апробированы критерии исходов происшествий на основе параметрической модели «нагрузка — ослабление — несущая способность» [7–9]. Чаще всего bird strikes происходят на малых высотах во время взлёта и посадки в дневное время. Только в России в год происходит около 7000 случаев. Скорость полета птиц достаточно высока для того, чтобы не успеть отреагировать вовремя на приближающийся авиалайнер на малых высотах. Известно, что скорость полета у перепелов достигает 40 км/ч, чаек — 60 км/ч, скворцов — 80 км/ч, ворон — 90 км/ч, уток — 120 км/ч, беркутов — 130 км/ч, стрижей — 160 км/ч. Риск столкновения в зависимости от высоты полета птицы составляет [1]: до 100 м — 45,8 %, до 101–400 м — 28 %, 401–1000 м — 12,7 %, 1001–2000 м — 7,5 %, 2001–5000 м — 5,2 %, свыше 5000 м — 0,8 %. По статистическим данным Ространснадзора до 2008-го года в среднем по России происходило 1,2–1,5 столкновений ВС с птицами на каждые 100 тыс. часов полетов, а, начиная с 2018-го года, эта цифра уже равняется 3-м (на каждые 100 тыс. часов налета ВС). В течение 2008–2018 гг. наблюдалась следующая обстановка в области орнитологической опасности [1]: 2008 г. — 93 столкновения птиц с ВС; 2009 г. — 85; 2010 г. — 54; 2011 г. — 43; 2012 г. — 32; 2013 г. — 43; 2014 г. — 69; 2015 г. — 53; 2016 г. —72; 2017 г. — 45; 2018 г. — 55. Статистический анализ позволил выявить 3 основных вида столкновений птиц с частями судна: с двигателем — 43 %, с фюзеляжем — 27 %, вмятины и деформация корпуса — 30 %.

Начиная с 2001-го года в РФ были разработаны детерминированные модели и программы расчета [3–5] повреждений судна и его частей. Однако известные модели расчета показателей риска и вероятности происшествий не позволяют в явном виде учитывать такие характеристики обстановки в системе «птица — воздушная среда — судно» как: масса и скорость птицы, площадь и длительность контакта при ударе.

Постановка задачи. На основе известной нечеткой параметрической модели «нагрузка p — несущая способность σ» [7,9] ставится задача о нахождении возможностной (нечеткой) меры повреждения воздушного судна и (или) летчика при столкновении с птицами при варьировании массы и скорости птицы, а также площади и длительности контакта при ударе. Результаты её решения направлены на обоснование орнитологической безопасности полетов путем разработки упреждающих действий по отпугиванию и обходу зон скопления птиц как при взлете и посадке, так и на маршруте следования судна.

Теоретическая часть. За основу количественной оценки происшествия принимается параметрическая модель «воздействие (нагрузка) — ослабление защитой — несущая способность (восприимчивость)» [7, 8]. На основе анализа происшествий, возникающих при столкновениях птиц и воздушных судов, можно выделить такие наиболее вероятные события как повреждение, разрушение, падение воздушного судна. Для описания и оценивания этих событий применяется известный в механике критерий превышения нагрузки p над несущей

способностью σ [9,10]. Причем, в первом приближении, нагрузка и несущая способность рассматриваются как нечеткие величины [8], что позволяет находить значения возможностной меры (как субъективной вероятности) реализации исхода в условиях даже недостаточной статистики [7].

С помощью условия равенства импульса силы лобового удара мгновенному значению количества взаимного движения в системе «птица с массой *m* — летательный аппарат со скоростью *v*» параметр нагрузки представим в виде амплитуды импульса давления при ударе и столкновении [8] птицы с воздушным судном

$$p = F/\zeta = mv/(\Delta t \cdot \zeta), \qquad (1)$$

где *m* — масса птицы; *v* — скорость сближения птицы и ВС; Δt — длительность удара; ζ — площадь контакта птицы с судном, *F* — сила удара.

В механике разрушения в качестве несущей способности чаще всего принимают напряжение, соответствующее невозвратному изменению формы конструкции, началу текучести или образованию трещин [10]. В данной работе несущая способность фюзеляжа судна была установлена следующим образом. Согласно данным Международной организации гражданской авиации орнитологическая безопасность полетов основана на установлении требований по несущей способности остекления кабины в виде предельных уровней количества движения при ударе. В частности, фюзеляж самолета или вертолета должен выдержать удар птицы массой 0,9 кг на скорости 50 м/с и массой 1,15 кг на скорости 45 м/с [5, с. 71], что согласуется с выражением (1) при следующих значениях: $\Delta t = 0{,}01$ с и $\zeta = 10^{-1}$ м^2. Это соответствует интервалу значений механического напряжения начала разрушения материала фюзеляжа 40–50 кПа.

В предположении о нечетких параметрах *p* и σ возможностная мера реализации параметрического критерия, описывающего повреждение, находят из выражения [8]:

$$\pi_1 = Pos\,(p \geq \sigma_1),$$

где *Pos* (•) — оператор *Possibility* [7, 9].

В первом приближении, при допущении линейной аппроксимации нечетких параметров *p* и σ_1 (в наименее информативном варианте их получения) для расчета возможностной меры используются следующие зависимости [7, 9]:

$$\pi^L_i = 1 - \overline{zb}, \qquad (2)$$

где $\overline{zb}$ — «приведенный параметрический запас безопасности»:

$$\overline{zb} = (\,\overline{\sigma} - \overline{p}\,)/(\Delta_r + \Delta_s). \qquad (3)$$

где $\overline{\sigma}$ и $\overline{p}$ — соответственно «ядра» нечетких параметров несущей способности σ_1 и нагрузки *p*; а Δ_σ и Δ_p — «интервалы размытости» нечетких параметров несущей способности σ_1 и нагрузки *p* (рис. 1).

Для универсализации параметрического моделирования и количественной оценки любого происшествия применяется безразмерное представление вершинных исходов на основе трапецеидальной аппроксимации функций принадлежности нагрузки $\mu(s = p)$ и несущей способности $\mu(r = \sigma_1$ или $r = \sigma_2$ или $r = \sigma_3)$ (см. рис. 1) [9]. Это означает, что несущую способность корпуса, фюзеляжа, и самого судна выразим в виде «линейки» из значений критических напряжений σ_1, σ_2, σ_3 и их функций принадлежности: $\mu(r = \sigma_1$ или $r = \sigma_2$ или $r = \sigma_3)$.

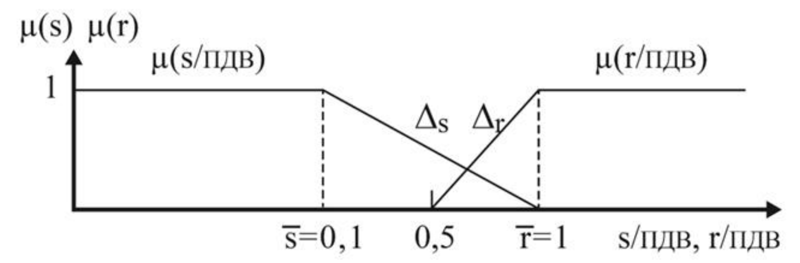


Рис. 1. Нечеткая безразмерная унифицированная параметрическая модель вершинных исходов на основе трапецеидальной аппроксимации функций принадлежности нагрузки $\mu(s = p)$ и несущей способности $\mu(r = \sigma_1$ или $r = \sigma_2$ или $r = \sigma_3)$.

В качестве вершинных исходов воздействия птиц на летательные аппараты отнесем следующие:

1. ВИ1 — повреждение (деформация) корпуса и (или) элементов воздушного судна, параметрический критерий:

$$p \geq \sigma_1,$$

где p — область возможного изменения амплитуды импульса давления при ударе, Па; σ_1 — минимальное механическое напряжения, Па, или, в общем подходе, область изменения несущей способности, по которой определяют повреждение (деформацию), влияющее на полет судна.

2. ВИ2 — разрушение фюзеляжа, приводящее к разгерметизации и (или) потере способности летчика продолжать полет, параметрический критерий:

$$p \geq \sigma_2,$$

где σ_2 — механическое напряжение начала разрушения материала фюзеляжа, влияющее на летчика как механический фактор (образование фрагментов разрушения и удар осколков по летчику) и химический фактор (разгерметизация).

3. ВИ3 — падение летательного аппарата и (или) летальный исход летчика, параметрический критерий:

$$p \geq \sigma_3,$$

где σ_3 — механическое напряжение пробоя материала фюзеляжа, влияющее на летчика, систему управления судна и приводящее к его падению.

Для оценки используем «трёхуровневое» представление функций принадлежности в виде «сборки» параметров несущей способности судна, описывающей с учетом монотонности эффект нарастания опасности и возникновения вершинных исходов ВИ1, ВИ2 и ВИ3 при нарастании нагружения. На основании анализа экспериментальных и расчетных данных [1, 5, 8, 10] получены следующие значения ядер и интервалов размытости параметров несущей способности:

$$\sigma_1 = [1, 10] \text{ кПа}; \ \bar{\sigma}_1 = 10 \text{ кПа}; \Delta_{\sigma 1} = 5 \text{ кПа};$$
$$\sigma_2 = [40, 50] \text{ кПа}; \ \bar{\sigma}_2 = 50 \text{ кПа}; \Delta_{\sigma 2} = 10 \text{ кПа}; \qquad (4)$$
$$\sigma_3 \geq 1000 \text{ кПа} \ \ \bar{\sigma}_3 = 1000 \text{ кПа}; \Delta_{\sigma 3} = 100 \text{ кПа}.$$

Применительно к этим диапазонам несущей способности с учетом изменения скорости птиц в диапазоне 40–60 м/с и массы 1–3 кг, а также данных по длительности и площади ударного контакта [2, 4, 5] в диапазонах 0,01–0,03 с и 0,05–0,1 м$^{-2}$ соответственно были выбраны следующие значимые области их изменения и рассчитаны амплитуды импульса давления в ударе (табл. 1).

Таблица 1

Расчетные значения амплитуды импульса давления удара птиц о воздушное судно,
$p = p(m, v, \Delta t, \zeta)$, кПа

Масса птицы m, кг	Длительность удара Δt, с		
	0,01	0,02	0.03
	Площадь контакта $\zeta \cdot 10^{-1}$, м^2		
	0,5–1,0	0,7–1,0	0,8–1,0
	Скорость v, м/с		
	40	50	60
	$p = p(m, v, \Delta t, \zeta)$, кПа		
1,0	40–80	25–35,6	20–25
3,0	120–240	35,6–108	60–75

На основании данных о значениях ядер и нечетких интервалов несущей способности, а также расчетных данных о значениях ядер и нечетких интервалов нагрузки в виде амплитуды давления в ударе, по формулам (3) и (4) выполнен расчет возможностной меры исходов ВИ1, ВИ2 и ВИ3 (табл. 2).

Таблица 2

Исходные данные о параметрических моделях вершинных исходов
и расчетные значения возможностных мер их реализации

Вершинный исход	Возможностная мера	Расчетный импульс давления в ударе, кПа [$\bar{p}_i$, $\bar{p}_i+\Delta_{\bar{p}i}$]	Нижняя граница несущей способности, кПа [$\bar{\sigma}_i-\Delta_i$, $\bar{\sigma}_i$]
ВИ1	$\pi_1 = 0{,}5$	20–25	15–30
ВИ2	$\pi_{21} = 0{,}297$	25–35,6	40–50
	$\pi_{22} = 1{,}0$	40–80	
ВИ3	$\pi_{31} = 0{,}051$	35,6–108	100–1500
	$\pi_{32} = 0{,}173$	120–240	

Как следует из Табл. 2, деформация корпуса с возможностной мерой $\pi_1 = 0{,}5$ произойдет при столкновении с птицей массой 1 кг и более. При возрастании площади и уменьшении длительности контакта при ударе о стенку из алюминия в данном диапазоне скорости и массы разрушения нет.

Ниже приведен пример расчета возможностной меры для исхода ВИ2 с учетом данных Табл. 2.

$$\pi_{21} = 1 - (\bar{\sigma} - \bar{p})/(\Delta_r+\Delta_s) = 1 - (50 - 35{,}6) / (10 + 10{,}6) = 0{,}297.$$

С учетом принятых граничных условий находим возможностную меру:

$$\pi_{22} = 1 - (50 - 80) = 1{,}0.$$

На основании данных Табл. 1, 2 можно сделать следующие выводы:

1. Разрушение фюзеляжа при столкновении с птицей массой, равной и более 1 кг, на скорости, равной и более 40 м/с, при площади контакта не более 0,05 м^2 произойдет с возможностной мерой $\pi_{21} = 0{,}3$.

2. В условиях ужесточения удара при массе птицы более 1 кг и при скорости более 50 м/с разрушение фюзеляжа произойдет с возможностной мерой $\pi_{22} = 1{,}0$. Кроме того, при воздействии осколков фюзеляжа на летчика возможно падение судна.

3. Падение летательного аппарата и (или) гибель летчика произойдет с возможностной мерой $\pi_{31} = 0{,}051$ при столкновении корпуса судна с птицей массой, равной и более 3 кг, на скорости 50 м/с и площадью контакта 0,07 м^2 и менее. При ударе птицы по корпусу судна с импульсом давления в диапазоне 120–240 кПа падение летательного аппарата или гибель летчика произойдет с возможностной мерой $\pi_{31} = 0{,}173$.

Заключение. На основании нечеткой параметрической модели «нагрузка p — несущая способность σ» сформулирована и решена задача о нахождении возможностной (нечеткой) меры повреждения воздушного судна.

1. Предложено и апробировано аналитическое выражение параметра нагрузки в виде амплитуды давления при ударе на судно как функции от массы птицы, скорости взаимного сближения птицы и судна, а также длительности и площади контакта птицы с судном.

2. С учетом требований Международной организации гражданской авиации несущая способность остекления кабины была выражена в виде нечеткой величины механического напряжения начала разрушения материала фюзеляжа корпуса, несущая способность фюзеляжа и самого судна выражена в виде «линейки» из значений критических напряжений σ_1, σ_2, σ_3 и их функций принадлежности.

3. Получены значения возможностной меры как субъективной вероятности отсутствия повреждения корпуса, разрушения фюзеляжа и падения воздушного судна в диапазоне 0,051–1,0 при столкновении с птицей массой до 3 кг и в диапазоне скоростей их взаимного лобового сближения до 60 м/с.

4. При ударе птицы по корпусу судна из алюминия с импульсом давления в диапазоне 120–240 кПа, падение летательного аппарата или гибель летчика произойдет с возможностной мерой 0,173 и это приближенно означает реализацию одного из пяти исходов.

Библиографический список

1. Уровень столкновений российских ВС с птицами : во исполнение требований Федеральных авиационных правил «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации» : [введ. Министерством транспорта Российской Федерации 31 июля 2009 г.] // Отраслевая группа авиационной орнитологии : [сайт]. — URL: http:/www.otpugivanie.narod.ru/bird-strike-rate.html (дата обращения: 10.08.2019).

2. Враг № 1: как часто самолёты сталкиваются с птицами и животными : аналитика / Новые известия. — URL: https://newizv.ru/article/general/20-08-2019/vrag-1-kak-chasto-samolety-stalkivayutsya-s-ptitsami-i-zhivotnymi (дата обращения: 15.08.2019).

3. Юрьев, С. С. Управление единой системой организации воздушного движения Российской Федерации в аспекте концепции государственных услуг / С. С. Юрьев // Научный вестник. Московского государственного технического университета. — 2017. — № 170. — С. 124–130.

4. Логвин, А. И. Организация воздушного движения : учеб. пособие для вузов / А. И. Логвин, А. Ю. Власов. — Москва : Изд-во Мос. гос. тех. ун-та, 2018. — 480 с.

5. Силаева, О. Л. Расчет силы удара при столкновении самолета с птицей / О. Л. Силаева, Р. А. Турусов, В. Д. Ильичев // Проблемы авиационной орнитологии : Материалы 1-й Всерос. науч-тех. конф. — Москва : Изд-во ин-та пробл. экол. и эволюц. РАН, 2009. — С. 68–74. — URL: https://www.researchgate.net/publication/283643930 (дата обращения: 04.05.2020).

6. Семышев С. В. Динамическое взаимодействие элементов конструкции летательного аппарата с птицей : дис. … канд. техн. наук / С. В. Семышев. — Жуковский, 2002. — 121 с. — URL: https://www.dissercat.com/content/dinamicheskoe-vzaimodeistvie-elementov-konstruktsii-letatelnogo-apparata-s-ptitsei (дата обращения: 04.05.2020).

7. Есипов, Ю. В. Мониторинг и оценка риска систем «защита — объект — среда» / Ю. В. Есипов, Ф. А. Самсонов, А. И. Черемисин. — Москва : ЛКИ, 2013. — 138 с.

8. Есипов, Ю. В. Модели и показатели техносферной безопасности / Ю. В. Есипов, Ю. С. Мишенькина, А. И. Черемисин. — Москва : ИНФРА, 2020. — 154 с.

9. Есипов Ю. В. Разработка алгоритма расчета вероятностного показателя безопасности технической системы «защита — объект — среда» / Ю. В. Есипов, М. С. Джиляджи, Н. С. Маматченко // Безопасность техногенных и природных систем. — 2017. — № 1. — С. 75–89.

10. Мороз, Л. С. Механика и физика деформаций и разрушения материалов / Л. С. Мороз. — Ленинград : Машиностроение, 1984. — 224 с.

Сдана в редакцию 24.01.2020
Запланирована в номер 19.03.2020

Об авторах:

Есипов Юрий Виниаминович, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор технических наук, профессор, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6018-5391, bulyur_rostov@mail.ru

Бочкова Екатерина Алексеевна, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7989-2459, Bochkova.ekaterina2014@gmail.com

Медведев Александр Юрьевич, магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0758-9332, aleks.barsik@mail.ru

Заявленный вклад соавторов:

Ю. В. Есипов — научное руководство, формулировка концепции исследования, получение и редактирование научных результатов; Е. А. Бочкова — литературный анализ, подготовка научного результата 2, редактирование текста; А. Ю. Медведев — сбор и анализ литературных данных, участие в разработке научных результатов 1 и 2.

Submitted 24.01.2020
Scheduled in the issue 19.03.2020

Information about the authors:

Esipov, Yuriy V., Professor, Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), Dr. Sci., Professor, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6018-5391, bulyur_rostov@mail.ru

Bochkova, Ekaterina A., Post-graduate student, Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), ORCID:https://orcid.org/0000-0001-7989-2459, Bochkova.ekaterina2014@gmail.com

Medvedev, Aleksandr Yu., Master's degree student, Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0758-9332, aleks.barsik@mail.ru

Contribution of the authors:

Yu. V. Esipov — scientific supervision, formulation of the research concept, obtaining and editing scientific results; E. A. Bochkova — literary analysis, preparation of scientific result 2, editing the text; A. Yu. Medvedev — collection and analysis of literary data, participation in the development of scientific results 1 and 2.